



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 198 41 490 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 05 B 37/02**

②① Aktenzeichen: 198 41 490.0  
②② Anmeldetag: 10. 9. 1998  
④③ Offenlegungstag: 23. 3. 2000

DE 198 41 490 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Graf, Alfons, Dr., 86916 Kaufering, DE; Tihanyi,  
Jenő, Dr., 85551 Kirchheim, DE

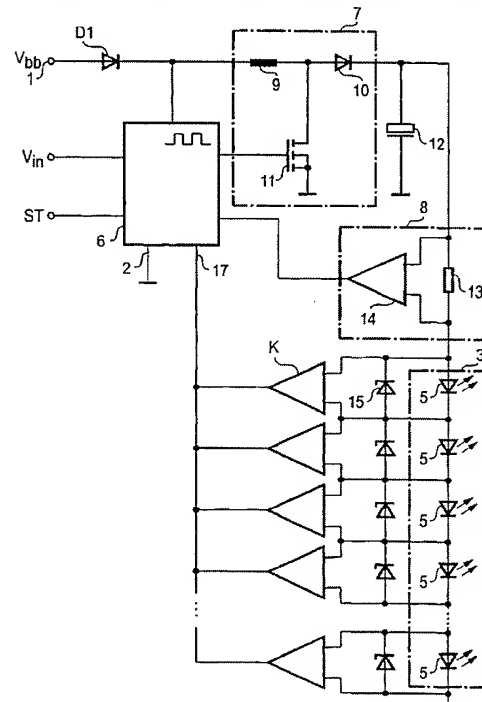
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 197 28 763 A1  
DE 41 29 059 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall

⑤⑦ Es wird eine Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall vorgeschlagen, wobei jeweils mindestens einer Leuchtdiode eine Bypass-Vorrichtung parallel geschaltet ist. Die Bypass-Vorrichtung kann als Zener-Diode ausgeführt sein, die der zumindest einen Leuchtdiode antiparallel geschaltet ist.



DE 198 41 490 A 1

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall mit einem ersten Versorgungspotentialanschuß für ein vorgegebenes Versorgungspotential und einem zweiten, auf niedrigerem Potential liegenden Versorgungspotentialanschuß. Die Schaltungsanordnung weist weiterhin eine Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes auf. Es ist jeweils mindestens einer Leuchtdiode eine Bypass-Vorrichtung parallel geschaltet.

Serienschaltungen von Leuchtdioden (Light Emitting Diodes LED) werden zum Beispiel im Bereich von Signalsteueranlagen sowie als Bremsleuchten im Kfz-Bereich eingesetzt. Die Helligkeit, mit der die Leuchtdioden leuchten, ist im wesentlichen von der Höhe des durch die Leuchtdioden fließenden Stromes abhängig. Der Zusammenhang zwischen der Helligkeit und dem durch die Leuchtdioden fließenden Strom ist nahezu linear.

Hingegen ist die an den Leuchtdioden abfallende Spannung vor allem von der Farbe und den Herstellungsbedingungen abhängig. Gerade beim Einsatz einer Serienschaltung im Kfz-Bereich ist eine gleichmäßige Helligkeit unter allen Betriebsbedingungen von großer Bedeutung. Da bei einem Kfz nur eine Betriebsspannung von in der Regel 12 Volt zur Verfügung steht, können zum einen nur sehr wenige Leuchtdioden in Serie verschalten werden, zum anderen ist die Einstellung des Konstantstromes über einen Widerstand, der in Serie zu den Leuchtdiode verschalten ist, nur sehr unpräzise.

Da wie eingangs erwähnt der Spannungsabfall an einer einzelnen Diode während der Herstellung schwankt, ist es notwendig, die an der Leuchtdiode abfallende Spannung bei einem vorgegebenen Strom meßtechnisch nach der Herstellung zu erfassen. Eine Klassifizierung der Leuchtdioden in verschiedene Spannungsklassen wird vom Hersteller vorgenommen. Nach der Klassifizierung werden zum Beispiel drei oder vier Leuchtdioden jeweils gleicher Spannungsklasse in Serie verschalten. Die an einer einzelnen Leuchtdiode abfallende Spannung liegt je nach Spannungsklasse zwischen 2,0 und 3,0 Volt. Der Vorwiderstand der Leuchtdiodenserienschaltung im Kfz wird nun so dimensioniert, daß an der Serienschaltung aus dem Widerstand und den Leuchtdioden die Nennspannung von 12 Volt abfällt. Die Größe des Widerstandes bestimmt sich durch den geforderten Nennstrom von zum Beispiel 50 mA. Der Nachteil der eben beschriebenen Anordnung besteht darin, daß die Leuchtdioden nach der Herstellung in einzelne Spannungsklassen aufgeteilt werden müssen, um über den Vorwiderstand den geforderten konstanten Strom durch die Leuchtdiodenserienschaltung einprägen zu können. Diese Vorgehensweise ist zeitintensiv und kostenträchtig.

**Fig. 1** zeigt eine beispielhafte Leuchtdiodenanordnung und deren Beschaltung in einem Kraftfahrzeug nach dem Stand der Technik. Die Figur zeigt eine Reihenschaltung 3 aus drei Leuchtdioden 5 sowie einen Widerstand 4 zur Einstellung des konstanten Stromes durch die Reihenschaltung 3 beinhalten. Die Reihenschaltung 3 aus den drei Leuchtdioden 5 ist so verschalten, daß die Kathode einer Leuchtdiode 5 mit der Anode einer weiteren Leuchtdiode 5 verschalten ist. Die letzte Leuchtdiode 5 der Reihenschaltung 3 ist mit dem unteren Versorgungspotentialanschuß 2, in der Regel dem Massepotential, verbunden. Die Anode der ersten Leuchtdiode 5 ist mit dem Widerstand 4 zur Begrenzung des Stromes verbunden. Der andere Anschluß des Widerstandes 4 ist mit der Kathode einer Diode D1 verbunden, die als Verpolschutz dient. Die Anode der Diode D1 ist mit einem weiteren Widerstand R verbunden, der mit seinem anderen

Ende an einem ersten Versorgungspotentialanschuß 1 liegt, der die Betriebsspannung 1 (im Kraftfahrzeug 12 V) zur Verfügung stellt. Der Reihenschaltung aus dem Widerstand 4 und der Reihenschaltung 3 der Leuchtdioden 5 ist eine Zener-Diode ZD parallel geschaltet, wobei die Anode der Zener-Diode ZD mit dem zweiten Versorgungspotentialanschuß verbunden ist, während die Kathode der Zener-Diode ZD mit dem Widerstand 4 in Verbindung steht. Der Widerstand R und die Zener-Diode ZD bilden zusammen einen Schutz vor Überspannung.

Der Widerstand 4 ist so dimensioniert, daß unter Nennbedingungen ( $V_{bb} = 12$  Volt) der gewünschte Konstantstrom durch die Reihenschaltung aus den Leuchtdioden 5 fließt. In der Regel wird den Leuchtdioden ein Strom von 50 mA aufgeprägt, um die im Kfz geforderte Helligkeit der Leuchtdioden zu erzeugen. Da die Betriebsspannung  $V_{bb}$  in einem Kraftfahrzeug während des Betriebes jedoch nicht konstant ist, liegen an den Leuchtdioden 5 unterschiedliche Spannungen an. Diese haben eine unterschiedliche Helligkeit während des Betriebes zur Folge, was im Kraftfahrzeug unerwünscht ist.

Weiterhin besteht der Nachteil, daß der durch die Leuchtdiode 5 fließende Strom auch von der Umgebungstemperatur abhängig ist. Die Umgebungstemperatur wird zum einen durch die Verlustwärme am Widerstand 4 beeinflusst, zum anderen jedoch auch durch die von Sonneneinstrahlung erzeugten Temperaturen. Die Umgebungstemperaturen einer derartigen Leuchtenanordnung können bis über 100° Celsius betragen. Aufgrund der erhöhten Temperatur fließt durch die Leuchtdioden 5 jeweils ein wesentlich größerer Strom, als der unter Nennbedingungen vorgesehene Strom von 50 mA. Fließt über längere Zeit ein zu großer Strom durch die Leuchtdioden, so können diese beschädigt werden. Fällt in der Reihenschaltung 3 nur eine Leuchtdiode 5 aus, so fällt der gesamte Leuchtdioden-Strang aus.

Aufgrund der geringen Nennspannung von  $V_{bb} = 12$  Volt ist es zudem nur möglich, eine begrenzte Anzahl an Leuchtdioden 5 in Serie miteinander zu verschalten. Je nach Spannungsklasse der Leuchtdioden 5 können typischerweise zwischen 3 oder 4 Leuchtdioden hintereinander geschaltet werden, wobei an der Reihenschaltung 3 der Leuchtdioden 5 üblicherweise eine Spannung zwischen 8 und 9 V abfällt. Die restlichen zur Verfügung stehenden 3 bis 4 V fallen am Widerstand 4 ab, wobei durch die Größe des Widerstandes dann der Konstantstrom durch die Reihenschaltung 3 der Dioden festgelegt werden kann. Im Anwendungsfall eines Kraftfahrzeuges werden jedoch zwischen 20 und 25 Leuchtdioden benötigt, um die für eine Bremsleuchte erforderliche Helligkeit zu erhalten. Aus diesem Grund ist eine Parallelschaltung mehrerer Stränge notwendig.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine Schaltungsanordnung vorzusehen, wobei bei einem Ausfall einer Leuchtdiode die gesamte Serienschaltung aus Leuchtdioden vor dem Ausfall geschützt ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird jeweils mindestens einer Leuchtdiode der Serienschaltung aus wenigstens zwei Leuchtdioden eine Bypass-Vorrichtung parallel geschaltet. Die Bypass-Vorrichtung kann zum Beispiel als Zener-Diode ausgeführt sein, die der zumindest einen Leuchtdiode antiparallel geschaltet ist. Unter eine antiparallelen Verschaltung zwischen der Zener-Diode und einer Diode der Serienschaltung wird verstanden, daß die Kathode der Zener-Diode mit der Anode einer Leuchtdiode verbunden ist, während die Anode der Zener-Diode mit dem Kathodenanschluß der Leuchtdi-

ode in Verbindung steht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist jeder Leuchtdiode eine Bypassvorrichtung parallel geschaltet.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die Zener-Diode als ansteuerbare MOS-Diode ausgeführt sein, wobei eine Ansteuerung das Kurzschließen zumindest einer Leuchtdiode ermöglicht, so daß nur eine vorbestimmte Anzahl an Leuchtdioden leuchten kann.

Diese Anordnung bringt den Vorteil mit sich, daß eine bestimmte Anzahl an Leuchtdioden über die MOS-Diode kurzgeschlossen wird, und somit kein Strom durch sie fließt. Diejenigen Leuchtdioden, die nicht über die MOS-Dioden kurzgeschlossen wurden, erhalten von der Ansteuerschaltung weiterhin Strom und leuchten somit mit gleicher Helligkeit weiter. Die anderen Leuchtdioden werden mit niedrigem Spannungsabfall kurzgeschlossen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist jeder Bypass-Vorrichtung den Eingängen jeweils eines Komparators parallel geschaltet, wobei die Ausgänge des Komparators einer Ansteuerung zugeführt werden können. Hierdurch wird erzielt, daß der Ausfall einer Leuchtdiode über einen Statusausgang der Ansteuerung sichtbar gemacht werden kann, wobei jedoch die Serienschaltung aus wenigstens zwei Leuchtdioden unvermindert in ihrer Funktion aufrecht erhalten ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Bypass-Vorrichtung in der Ansteuerung integriert. Die Integration der Bypass-Vorrichtung in der Ansteuerung hat den Vorteil, daß sowohl die Ansteuerung als auch die Bypass-Vorrichtung in integrierter Form hergestellt werden können, was eine einfache und kostengünstige Fertigung nach sich zieht.

Die Schaltungsanordnung zum Schutz der Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall besteht weiterhin aus einem ersten Versorgungspotentialanschluß für ein vorgegebenes Versorgungsspannungspotential und einem zweiten, auf niedrigerem Potential liegenden Versorgungspotentialanschluß. Die Schaltungsanordnung weist weiterhin eine Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes auf.

Die Vorrichtung zum Erzeugen des konstanten Stromes kann beispielsweise als Hochsetzsteller ausgeführt sein, wobei der Hochsetzsteller an seinem Ausgang eine über der vorgegebenen Versorgungsspannung liegende Spannung erzeugt. Der Hochsetzsteller wird über eine mit ihm verbundene Ansteuerung gesteuert. Der Hochsetzsteller besteht aus einem von der Ansteuerung gesteuerten Leistungsschalter sowie einer Induktivität und einer Diode.

Alternativ kann die Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes auch aus mindestens einer Ladungspumpe und der damit verbundenen Ansteuerung bestehen. Die Ladungspumpe erzeugt jedenfalls eine über der vorgegebenen Versorgungsspannung liegende Spannung, die den zum Betrieb der Serienschaltung einer unbestimmten Anzahl an Leuchtdioden benötigten Konstantstrom erzeugt.

Die Verwendung eines Hochsetzstellers beziehungsweise einer Ladungspumpe ist zum Beispiel im Bereich von Kfz-Anwendungen vorteilhaft, in denen nur eine geringe Versorgungsspannung am ersten Versorgungspotentialanschluß zur Verfügung steht. Die Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes kann jedoch ebenso aus einem Abwärts-wandler und der damit verbundenen Ansteuerung bestehen. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn aus einer Netzwechselspannung eine geringere Gleichspannung erzeugt werden soll, wie dies zum Beispiel bei Signalsteueranlagen der Fall ist.

Vorteilhafterweise weist die Schaltungsanordnung zum Schutz der Serienschaltung aus den mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall eine Stromerfassungsein-

richtung auf, die den Strom durch die Serienschaltung der Leuchtdioden erfaßt. Ein durch den Strom durch die Stromerfassungseinrichtung erzeugtes Signal wird vorteilhafterweise der Ansteuerung der Schaltungsanordnung zugeführt, die ihrerseits die Vorrichtung zum Erzeugen des konstanten Stromes abhängig vom gemessenen Strom steuert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren näher beschrieben.

Es zeigen:

**Fig. 1** eine bereits erklärte Schaltungsanordnung gemäß dem Stand der Technik

**Fig. 2** eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Serienschaltung einer unbestimmten Anzahl an Leuchtdioden,

**Fig. 3** die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit als MOS-Dioden ausgeführten Bypass-Vorrichtungen, und

**Fig. 4** eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, wobei die Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes als Ladungspumpe ausgeführt ist.

**Fig. 2** zeigt eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden vor dem Ausfall. Die Schaltungsanordnung weist ein erstes Versorgungsspannungspotential **1**, an dem eine vorgegebene Betriebsspannung  $V_{bb}$  anliegt, auf, sowie einen zweiten Versorgungspotentialanschluß **2**, der auf dem Massepotential liegt. Die Schaltungsanordnung besitzt weiterhin eine Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes **7** wobei am Ausgang der Vorrichtung **7** eine von der vorgegebenen Betriebsspannung  $V_{bb}$  abweichende Spannung anliegt. Die Vorrichtung **7** ist an ihrem Ausgang mit dem Eingang einer Stromerfassungseinrichtung **8** verbunden. Die Vorrichtung **7** wird von einer Ansteuerung **6** angesteuert, die einen spannungsgesteuerten Oszillator sowie eine Logik aufweist und über das erste Versorgungsspannungspotential **1** mit Spannung versorgt. Die Ansteuerung **6** wird weiterhin von einem Ausgang der Stromerfassungseinrichtung **8** angesteuert. Ein zweiter Ausgang der Stromerfassungseinrichtung ist mit dem Eingang der Serienschaltung **3**, die eine unbestimmte Anzahl an Leuchtdioden **5** aufweist, verbunden. Der Ausgang der Stromerfassungseinrichtung **8** ist dabei mit dem Anodenanschluß einer ersten Leuchtdiode **5** verbunden. Der Kathodenanschluß dieser Leuchtdiode **5** ist mit dem Anodenanschluß einer weiteren Leuchtdiode **5** verbunden. Der Kathodenanschluß der letzten Leuchtdiode ist mit dem Massepotential verbunden.

Die Vorrichtung zum Erzeugen eines konstanten Stromes **7** durch die Serienschaltung **3** ist in der vorliegenden Figur als sogenannter Hochsetzsteller **7** ausgeführt. Der Hochsetzsteller **7** weist einen Leistungsschalter **11**, der als MOSFET ausgeführt ist, sowie eine Induktivität **9** und eine Diode **10** auf. Das Gate des MOSFETs wird von der Ansteuerung **6** angesteuert. Der Sourceanschluß des MOSFETs **11** ist mit dem Massepotential verbunden, während der Drainanschluß mit dem Verbindungspunkt zwischen der Induktivität **9** und dem Anodenanschluß der Diode **10** verbunden ist. Der Kathodenanschluß der Diode **10** bildet den Ausgang des Hochsetzstellers **7**. Mit dem Kathodenanschluß der Diode **10** ist weiterhin eine parallel geschaltete Kapazität **12** verbunden, die mit ihrem zweiten Anschluß mit dem Massepotential in Verbindung steht. Der Kondensator **12** dient zur Glättung des am Ausgang des Hochsetzstellers erzeugten Signals. Das Gate des MOSFETs **11** wird über den spannungsgesteuerten Oszillator in der Ansteuerung **6** leitend beziehungsweise nicht leitend geschaltet.

Die Stromerfassungsvorrichtung **8** besteht aus einem Widerstand **13**, der einerseits mit dem Ausgang des Hochsetzstellers **7** und andererseits mit dem Eingang der Serienschaltung **3** verbunden ist. Die an dem Widerstand **13** abfallende

Spannung wird den beiden Eingängen eines Komparators **14** zugeführt. Der Ausgang des Komparators **14** ist mit der Ansteuerung **6** verbunden, wobei das am Ausgang des Komparators **14** anliegende Signal das Puls-Weiten-Verhältnis des spannungsgesteuerten Oszillators steuert.

Durch den Hochsetzsteller **7** wird die am ersten Versorgungspotentialanschluß **1** anliegende Betriebsspannung  $V_{bb}$  auf einen höheren Spannungswert am Verbindungspunkt zwischen der Induktivität **9** und der Diode **10** gebracht. Bedingt durch die Taktfrequenz des Ein- und Ausschaltens des Leistungsschalters **11** wächst die Spannung an dem genannten Verbindungspunkt auf einen Wert an, der etwas über dem Spannungswert liegt, der zwischen dem Ausgang des Hochsetzstellers **7** und dem Masseanschluß **2** liegt. Die benötigte Spannung errechnet sich aus der Anzahl der in Serie verschalteten Leuchtdioden **5** und dem Spannungsabfall an jeder einzelnen dieser Leuchtdioden sowie dem Widerstand **13**, welcher zur Stromerfassung dient. Ist die Spannung auf einen ausreichend hohen Wert angestiegen, so bedingt dies einen konstanten Stromfluß durch den Widerstand **13** und die Serienschaltung **3**, da der spannungsgesteuerte Oszillator mit einer ausreichenden hohen Frequenz von 100 kHz den Leistungsschalter **11** ein- und ausschaltet. Der Vorteil in der Verwendung eines Hochsetzstellers **7** besteht darin, daß unabhängig von der Anzahl der in Serie verschalteten Leuchtdioden **5** genau die Spannung zur Verfügung gestellt wird, die notwendig ist, um einen konstanten Stromfluß durch die Serienschaltung **3** zu erzeugen.

Um das Ausfallen der gesamten Serienschaltung **3** beim Ausfall einer einzelnen Leuchtdiode **5** zu verhindern, ist in der Figur jeder Leuchtdiode **5** eine Zener-Diode **15** antiparallel geschaltet. Die an den Leuchtdioden anliegende Flußspannung beträgt üblicherweise zwischen 2,0 und 3,0 V. Die Zenerspannung der antiparallel geschalteten Zener-Dioden könnte beispielsweise 3"5 Volt betragen, so daß im Normalbetrieb sichergestellt ist, daß die Zener-Diode nicht durchbricht und die Leuchtdiode kurzschließt. Fällt jedoch eine Leuchtdiode aus, so fließt der durch den Widerstand **13** geregelte Strom über die parallel geschaltete Zener-Diode **15** weiter. An der Zener-Diode **15** entsteht in diesem Fall eine Verlustleistung, die dem Produkt aus dem durch die Serienschaltung **3** fließenden Konstantstrom und der an der Zener-Diode abfallenden Spannung beträgt. Es ist jedoch sichergestellt, daß die anderen Leuchtdioden **5** mit unverminderter Helligkeit weiterbrennen. Bedingt durch die Stromregelung, die im Strompfad der Serienschaltung **3** liegt, wird der geforderte Nennstrom durch das Nachregeln des Puls-Weiten-Verhältnisses auf den vorgesehenen Wert geregelt.

In der Figur ist jeder Zener-Diode **15** ein Komparator **K** parallel geschaltet, der den erhöhten Spannungsabfall an der Zener-Diode beim Ausfall einer Leuchtdiode **5** detektiert. Der Ausgang des Komparators **K** ist mit einem Eingang **17** der Ansteuerung **6** verbunden, so daß an einem Statusausgang **ST** der Ausfall einer Leuchtdiode **5** angezeigt werden kann.

In dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist jeder Leuchtdiode **5** eine Zener-Diode **15** antiparallel geschaltet. Es ist jedoch auch jederzeit denkbar, daß eine Zener-Diode **15** auch zwei oder mehr Leuchtdioden **5** antiparallel geschaltet ist. Die Durchbruchspannung der Zener-Diode **15** müßte dann an die Spannung der Leuchtdioden angepaßt sein. Der Schaltungsaufwand ließe sich hierdurch etwas reduzieren.

Eine Diode **D1**, die mit ihrer Anode mit dem ersten Versorgungsspannungspotential und mit ihrer Kathode mit der Induktivität **9** verbunden ist, dient als Verpolschutz.

Fig. 2 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Bypass-Vorrichtung **15** in Gestalt einer in integrierter Form

denkbaren MOS-Diode. Der Leuchtdiode **5** ist zu diesem Zweck ein MOSFET **18** parallel geschaltet, wobei der Sourceanschluß des MOSFETs **18** mit dem Kathodenanschluß der Leuchtdiode **5** verbunden ist und der Drainanschluß des MOSFETs **18** mit dem Anodenanschluß der Leuchtdiode **5** in Verbindung steht. Ein Widerstand **19** ist zwischen dem Drainanschluß und den Gateanschluß des MOSFETs **18** geschaltet. Weiterhin ist mit dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand **19** und dem Gateanschluß des MOSFETs **18** der Kathodenanschluß einer Diode **20** verbunden. Der Anodenanschluß der Diode **20** ist an die Ansteuerung **6** angeschlossen. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß die MOS-Diode in der integrierten Ansteuerung **6** oder aber direkt in der Leuchtdiode **5** integriert werden könnte. Die Ansteuerung über das Ansteuersignal  $V_{ON}$  schaltet den MOSFET **18** leitend und schließt somit die Leuchtdiode **5** kurz. Die Ansteuerung könnte zum Beispiel dann Anwendung finden, wenn am Ausgang der Vorrichtung **7, 16** eine zu geringe Spannung zur Verfügung gestellt wird. Durch das Kurzschließen einiger Leuchtdioden wird erzielt, daß die übrigen Leuchtdioden der Serienschaltung **3** bei der verringerten Spannung am Ausgang der Vorrichtung **7** noch mit unverminderter Helligkeit brennen. Die Ansteuerung über das Ansteuersignal  $V_{ON}$  kann weiterhin dazu verwendet werden, bestimmte Leuchtdioden **5** gezielt an- oder auszuschalten. Liegt am Ansteuersignal  $V_{ON}$  kein Signal an, so sperrt der Leistungsschalter **18** und die Funktion der MOS-Diode ist gleichbedeutend mit der einer Zener-Diode.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausgestaltung der Vorrichtung **7, 16** zum Erzeugen eines konstanten Stromes durch die Serienschaltung **3** dargestellt. Die Vorrichtung **7, 16** ist in der vorliegenden Figur als Ladungspumpe **16** ausgeführt. Die Ladungspumpe **16** weist zwei Leistungsschalter **T1** und **T2** auf, deren Laststrecken in Serie verschaltet sind. Der Drainanschluß des Leistungsschalters **T2** ist dabei mit dem ersten Versorgungspotentialanschluß **1** verbunden, während der Sourceanschluß des Leistungsschalters **T2** mit dem Drainanschluß des Leistungsschalters **T1** verbunden ist. Der Sourceanschluß von **T1** liegt auf Massepotential. Die Gateanschlüsse der als MOS-FETs ausgeführten Leistungsschalter **T1** und **T2** sind mit der Ansteuerung **6** verbunden. Der Laststrecke des Leistungsschalters **T2** ist eine Serienschaltung aus einer Kapazität **C1** und einer Diode **D2** parallel geschaltet. Die Kapazität **C1** ist dabei mit dem Verbindungspunkt zwischen den Leistungsschaltern **T1** und **T2** verbunden, während der Anodenanschluß der Diode **D2** mit dem Drainanschluß des Leistungsschalters **T2** verbunden ist. Der Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator **C1** und dem Kathodenanschluß der Diode **D2** bildet den Ausgang der Ladungspumpe. Je nachdem, wie hoch die von der Serienschaltung **3** der Leuchtdioden **5** geforderte Spannung ist, kann der Ausgang der Ladungspumpe gleich mit dem Widerstand **13** der Stromerfassung verbunden sein, oder aber mit dem Eingang einer weiteren Ladungspumpe **16**. In der Figur ist eine Kaskade aus drei Ladungspumpen **16** dargestellt, die am Verbindungspunkt zwischen dem Glättungskondensator **C4** und einer Diode **D5** in etwa das Vierfache der am ersten Versorgungspotentialanschluß **1** anliegenden Spannung erzeugen. Die Anzahl der Ladungspumpen **16** richtet sich nach der Anzahl der in Serie verschalteten Leuchtdioden **5**.

Durch das Vorsehen einer Bypass-Vorrichtung für jeweils mindestens eine Leuchtdiode ist der Ausfall einer Serienschaltung aus einer unbestimmten Anzahl an Leuchtdioden beim Ausfall einer einzelnen Leuchtdiode sichergestellt.

## Patentansprüche

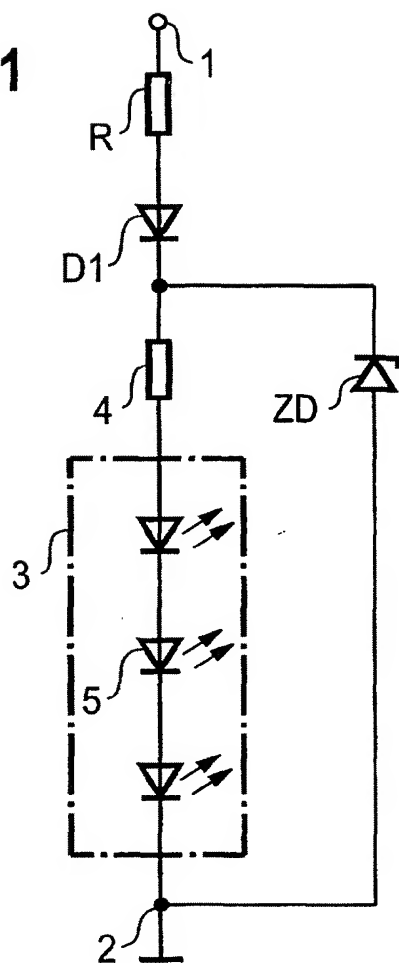
1. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall mit 5
  - einem ersten Versorgungspotentialanschluß (1) für eine vorgegebenes Versorgungspotential und einem zweiten, auf niedrigerem Potential liegenden Versorgungspotentialanschluß (2)
  - einer Vorrichtung (7, 16) zum Erzeugen eines konstanten Stromes wobei jeweils mindestens einer Leuchtdiode (5) eine Bypass-Vorrichtung (15) parallel geschaltet ist 10
2. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (7, 16) aus einem Hochsetzsteller (7) zum Erzeugen eines über dem vorgegebenen Versorgungspotential liegenden Potentials und einer damit verbundenen Ansteuerung (6) besteht, wobei der Hochsetzsteller (7) einen von der Ansteuerung (6) gesteuerten Leistungsschalter (11) sowie eine Induktivität (9) und eine Diode (10) aufweist. 15 20
3. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (7, 16) aus mindestens einer Ladungspumpe (16) und einer damit verbundenen Aussteuerung (6) besteht. 25
4. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (7, 16) aus einem Abwärtswandler und einer damit verbundenen Ansteuerung (6) besteht. 30
5. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schaltungsanordnung eine Stromerfassungseinrichtung (8) in Serie zu der Serienschaltung (3) der Leuchtdioden (5) aufweist, die die Ansteuerung (6) steuert. 35 40
6. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jede Bypassvorrichtung (15) den Eingängen jeweils eines Komparators (K) parallel geschaltet ist, deren Ausgänge der Ansteuerung (6) zugeführt werden. 45
7. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bypassvorrichtung (15) als Zenerdiode, die der zumindest einen Leuchtdiode (5) antiparallel geschaltet ist, ausgeführt ist. 50
8. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach Anspruch 7, wobei die Zenerdiode von der Ansteuerung (6) als ansteuerbare MOS-Diode ausgeführt ist. 55
9. Schaltungsanordnung zum Schutz einer Serienschaltung aus mindestens zwei Leuchtdioden (5) vor dem Ausfall nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Bypassvorrichtung (15) in der Ansteuerung (6) integriert ist. 60
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei jeder Leuchtdiode eine Bypassvorrichtung parallel geschaltet ist. 65

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**FIG 1**



**FIG 3**

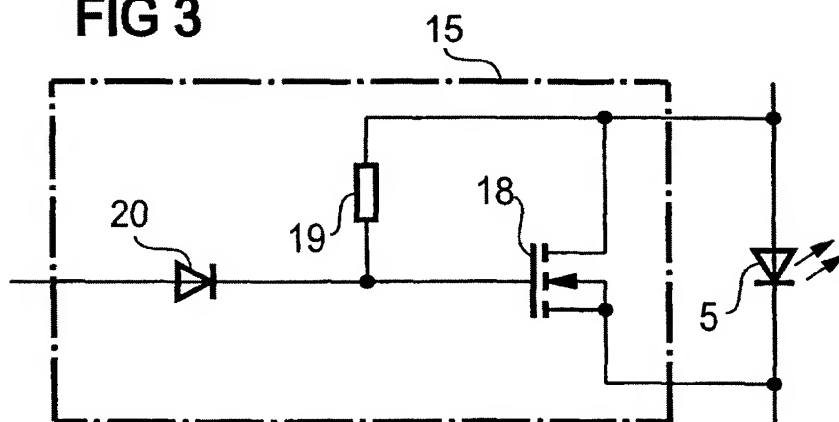


FIG 2

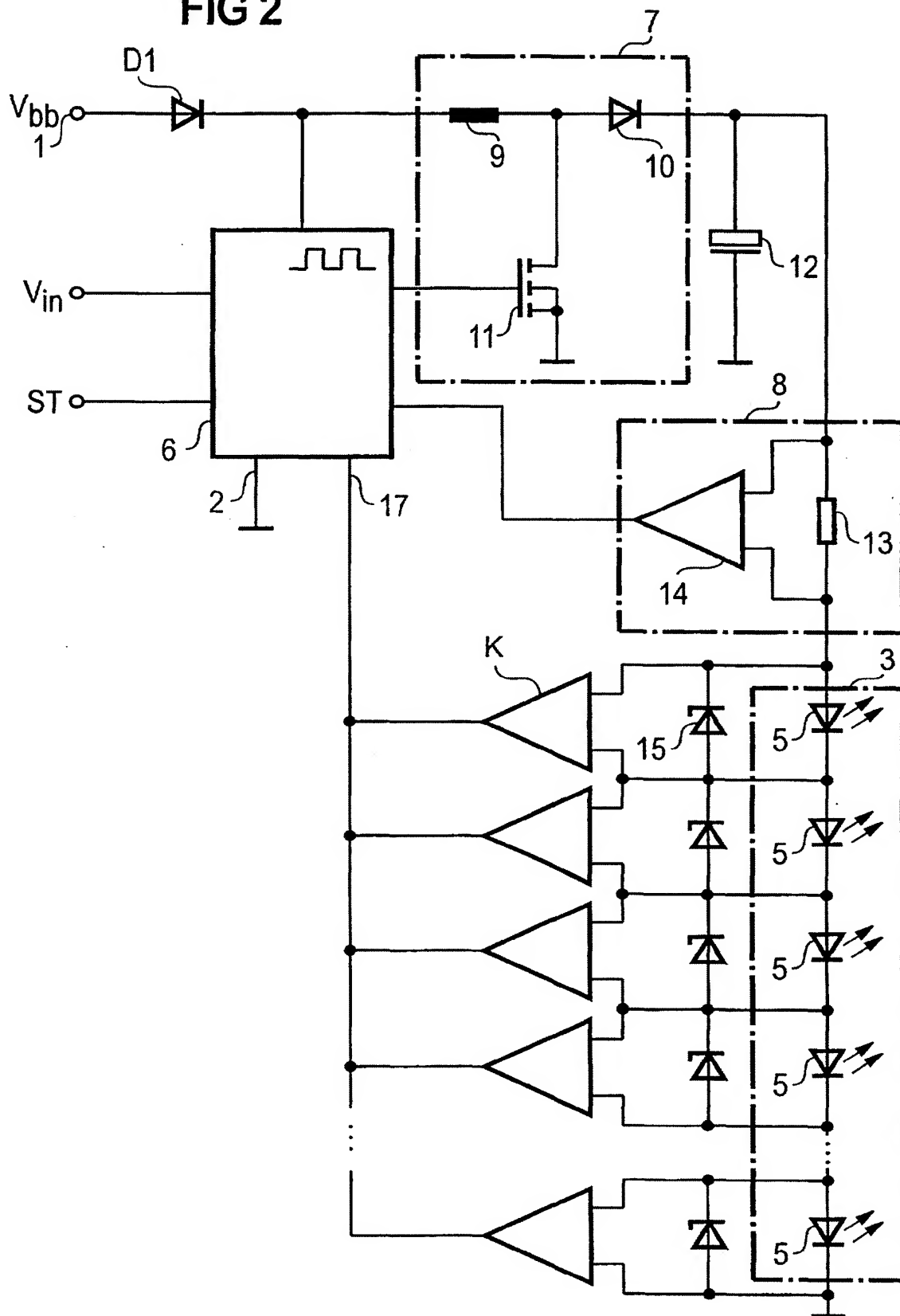


FIG 4

